

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-193224

(43)Date of publication of application : 09.07.2003

(51)Int.Cl. C23C 14/24  
H05B 33/10  
H05B 33/14

(21)Application number : 2001-390287

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 21.12.2001

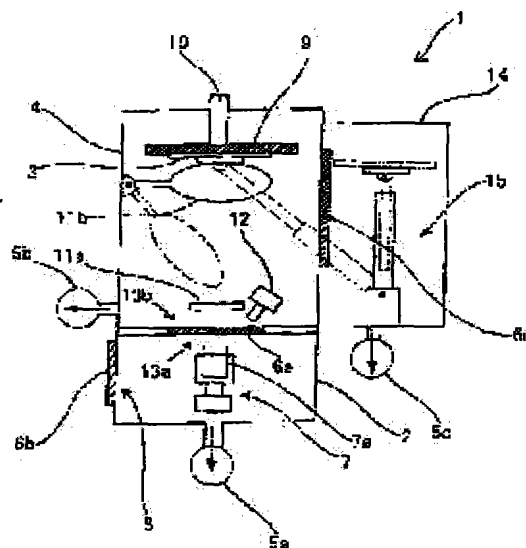
(72)Inventor : KAWASE NORITAKA

## (54) THIN FILM MANUFACTURING APPARATUS, THIN FILM MULTIPLE LAYER APPARATUS USING THE SAME, AND THIN FILM MANUFACTURING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thin film manufacturing apparatus for improving the production efficiency of a display or the like utilizing an organic EL device.

**SOLUTION:** The thin film manufacturing apparatus comprises an evaporation chamber to evaporate a material for forming a thin film, a film deposition chamber which accommodates a substrate, receives the material to be evaporated from the evaporation chamber, and deposit the vapor material on the substrate, a vacuum pump to evacuate the evaporation chamber and the film deposition chamber during the operation, and a gate valve. The film deposition chamber and the evaporation chamber are communicated with each other in a shut-off manner via the gate valve.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-193224  
(P2003-193224A)

(43) 公開日 平成15年7月9日 (2003.7.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
C 2 3 C 14/24		C 2 3 C 14/24	V 3 K 0 0 7
H 0 5 B 33/10		H 0 5 B 33/10	4 K 0 2 9
33/14		33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-390287 (P2001-390287)

(22) 出願日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 川瀬 徳隆

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

(74) 代理人 100065248

弁理士 野河 信太郎

Fターム (参考) 3K007 AB18 DB03 FA01

4K029 AA09 BA62 BB02 CA01 DA02

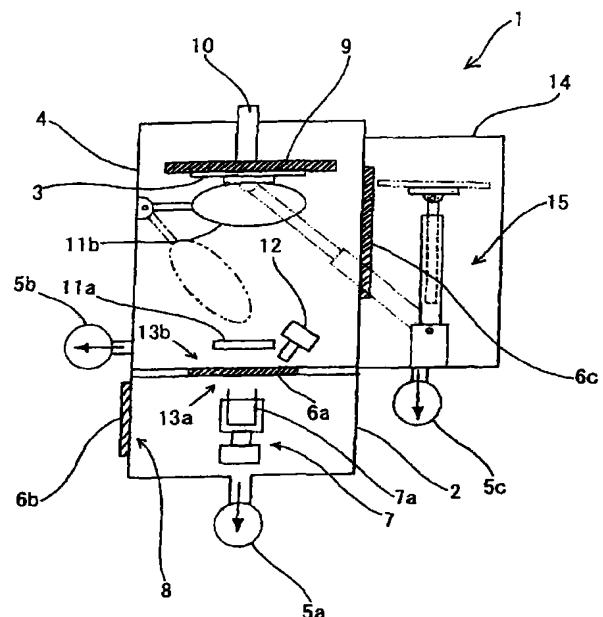
DA12 DB06 HA01 KA01 KA05

(54) 【発明の名称】 薄膜製造装置とその装置を用いた薄膜積層装置並びに薄膜製造方法

(57) 【要約】

【課題】 有機 E L 素子を応用したディスプレイ等の生産効率を向上させることができる薄膜製造装置を提供すること。

【解決手段】 薄膜製造装置は、薄膜形成用材料を蒸発させる蒸発室と、基板を収容し蒸発室から蒸発する材料を受け入れて基板上に蒸着させる成膜室と、蒸発室と成膜室とを作動時にそれぞれ真空にするための真空ポンプと、ゲートバルブとを備え、成膜室と蒸発室はゲートバルブを介して遮断可能に連通されてなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄膜形成用材料を設置して蒸発させる蒸発室と、基板を収容し蒸発室から蒸発する材料を受け入れて基板上に蒸着させる成膜室と、蒸発室と成膜室とを作動時にそれぞれ真空にするための真空ポンプと、ゲートバルブとを備え、成膜室と蒸発室はゲートバルブを介して遮断可能に連通されてなる薄膜製造装置。

【請求項2】 蒸発室は薄膜材料を加熱するための蒸発源を備え、蒸発源は薄膜材料を収容するための容器を有し、蒸発室外から蒸発源の容器へ薄膜材料を供給する材料供給機構をさらに備える請求項1に記載の薄膜製造装置。

【請求項3】 成膜室は、所定パターンの薄膜が基板上に成膜されるようにパターンングマスクおよびシャッター機構を備える請求項1又は2に記載の薄膜製造装置。

【請求項4】 基板は電極を表面に形成した有機エレクトロルミネッセンス素子用の基板である請求項1～3のいずれか1つに記載の薄膜製造装置。

【請求項5】 基板は光熱変換層を表面に形成した有機エレクトロルミネッセンス素子用の薄膜形成用ドナーシートである請求項1～3のいずれか1つに記載の薄膜製造装置。

【請求項6】 請求項5に記載の薄膜製造装置によって形成された薄膜形成用ドナーシートを用いて製造される有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項7】 請求項1～5のいずれか1つに記載の薄膜製造装置において、基板へ薄膜を蒸着する際には、成膜室と蒸発室を真空にしてゲートバルブを開き、薄膜材料の供給時には、ゲートバルブを閉じて蒸発室を大気圧に戻してから蒸発室へ薄膜材料を供給する薄膜製造方法。

【請求項8】 複数の薄膜製造装置と、薄膜製造装置の間で基板を搬送する基板搬送部とを備え、各薄膜製造装置が請求項1～5のいずれか1つに記載の薄膜製造装置である薄膜積層装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、薄膜製造装置およびその装置を用いた薄膜製造方法に関し、詳しくは、有機エレクトロルミネッセンス（有機EL）素子の有機薄膜の連続生産に適した薄膜製造装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】有機薄膜を形成する方法の1つとして真空蒸着法が知られている。特に、有機EL素子の有機薄膜を形成する場合には、有機材料が分解しやすいこと、イオンや電子等の衝撃に弱いこと、及び粉体で昇華蒸発する材料が多いことなどの理由から上述の真空蒸着法が利用されている。

【0003】真空蒸着法は、真空中で蒸発源を加熱して薄膜材料を蒸発させ、蒸発した薄膜材料を基板の表面に

蒸着させることにより基板上に薄膜を成膜するものである。真空蒸着法において薄膜材料を加熱・蒸発させるための蒸発源としては抵抗加熱蒸発源や、成膜材料に電子ビームやレーザービームを直接照射して蒸発させる電子ビーム蒸発源やレーザービーム蒸発源などが知られている。

【0004】有機薄膜を真空蒸着法で形成する場合には、真空蒸着装置が用いられる。真空蒸着装置は高真空に保たれた成膜室を備えている。成膜室の下部には薄膜材料が充填された蒸発源が配置され、上部には成膜される基板を支持する基板ホルダーが配置される。基板と蒸発源の間には成膜される薄膜の膜厚を制御するためのシャッターと、膜厚をモニタするための膜厚計が配置される。

【0005】蒸発源としては、クヌーセンセルと呼ばれるルツボがよく使用される。クヌーセンセルは、窒化ボロン製のルツボと、ルツボの外周を取り巻く加熱コイルとから主に構成される。また、ルツボの温度を制御するために、ルツボの外側に熱遮蔽板が設けられ、ルツボの下側には熱電対が設けられる。このようなルツボに薄膜材料を充填し、加熱コイルを加熱すると、薄膜材料が蒸発する。

【0006】また近年、基板上に薄膜を形成する方法の1つとして、薄膜形成用ドナーシートの転写層を基板上に熱転写する熱転写法が知られている（例えば、特開平11-260549号公報参照）。

【0007】詳しくは、薄膜形成用ドナーシートは、ポリエチレンテレフタレートなどからなるシート上に、カーボン粒子が混合されたエポキシ樹脂などからなる光熱変換層と、所望の薄膜の積層からなる転写層が順に形成されたものである。そして、この薄膜形成用ドナーシートを基板に密着させ、シート裏面からレーザーを照射して転写層を基板に熱転写し、その後シートを取り除くと基板上に所望の薄膜の積層を得ることができる。

【0008】なお、この熱転写法は、熱転写によって基板上に所望の薄膜を得るという手法をとるので、上記転写層には欠損がなく膜厚・膜質が均一であることが求められる。従って、転写層を構成する各薄膜を形成する方法としても上述の真空蒸着法が利用される。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】真空蒸着装置は、ルツボの温度制御等を考慮すると一度に充填できる薄膜材料の量が限られている。従って、ルツボに充填された一回分の薄膜材料で成膜できる面積は比較的小さく、薄膜材料が無くなる度に、成膜室を一旦大気圧に戻して薄膜材料を充填し、再び成膜室を真空にする必要がある。成膜室を真空から大気圧へ戻し、再び、大気圧から真空にするという上記の操作は時間を要する。このため、有機EL素子を応用したディスプレイ等を量産する場合、薄膜の形成に時間がかかり、生産効率を高めるうえでの障害

となっている。

【0010】この発明は以上のような事情を考慮してなされたものであり、有機EL素子を応用したディスプレイ等の生産効率を向上させることができる薄膜製造装置とその装置を用いた薄膜製造方法を提供するものである。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】この発明は、薄膜形成用材料を設置して蒸発させる蒸発室と、基板を収容し蒸発室から蒸発する材料を受け入れて基板上に蒸着させる成膜室と、蒸発室と成膜室とを作動時にそれぞれ真空にするための真空ポンプと、ゲートバルブとを備え、成膜室と蒸発室はゲートバルブを介して遮断可能に連通されてなる薄膜製造装置を提供するものである。

【0012】つまり、この発明による薄膜製造装置は、薄膜形成用材料を設置して蒸発させるための蒸発室を備え、この蒸発室と成膜室がゲートバルブを介して遮断可能に連通されてなる。別の見方をすると、従来の成膜室に該当する部分が、蒸発室と成膜室の2つの部屋で構成され、これら2つの部屋がゲートバルブを介して遮断可能に連通されてなる。

【0013】従って、薄膜材料の供給を行う際、蒸発室のみを真空から大気圧へ戻して薄膜材料を供給することができる。このため、複数枚の基板を連続的に成膜する場合に、成膜室全体を真空から大気圧へ戻し、薄膜材料の供給後、再び成膜室全体を真空にする必要がある従来の薄膜製造装置よりも成膜に要する時間が短縮される。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】この発明による薄膜製造装置は、蒸発室が薄膜材料を加熱するための蒸発源を備え、蒸発源は薄膜材料を収容するための容器を有し、蒸発室外から蒸発源の容器へ薄膜材料を供給する材料供給機構をさらに備えてもよい。

【0015】このように構成すると、薄膜材料の供給が自動化され、薄膜材料を正確な量で迅速に供給できるようになる。材料供給機構としては、例えば、予めペレット状に固められた薄膜材料を蒸発源の容器へ搬送し投入する搬送・投入ロボットを用いることができる。薄膜材料をペレット状とすると、搬送・投入ロボットによって扱われ易いだけでなく、薄膜材料の供給量をより正確に調整することができる。

【0016】また、この発明によれば、薄膜材料の供給に要する時間が短縮されるので、蒸発源の容器に供給される薄膜材料を1回の成膜に必要な最小限の量とし、1回の成膜が完了するたびに薄膜材料の供給を行っても生産効率が悪化しない。従って、蒸発源の容器としては、1回の成膜に必要な最小限の量の薄膜材料を入れることができればよく、小型の容器を採用することが可能となる。

【0017】小型の容器は熱容量が小さく温度制御し易

いので、成膜される薄膜の膜厚を正確に制御できるようになる。また、容器からの輻射熱が小さくなるので薄膜のダメージを最小限に留めることができる。ここで、具体的な蒸発源としては、例えば、窒化ボロン製のルツボ（容器）の外周を加熱コイルで取り巻いた、いわゆる、クヌーセンセルを用いることができる。

【0018】また、この発明による薄膜製造装置において、成膜室は、所定パターンの薄膜が基板に成膜されるようにパターニングマスクおよびシャッター機構を備えていてもよい。このように構成すると、成膜と同時にパターニングを行うことができ、特に有機EL素子を応用したディスプレイ等を量産する場合における生産効率が向上する。なお、上記パターニングマスクは、基板の表面に接するように設けられてもよいし、成膜室内で基板を保持する基板ホルダーの蒸発源と対向する面に設けられてもよい。

【0019】また、この発明による薄膜製造装置において、基板は電極を表面に形成した有機エレクトロルミネッセンス素子用の基板であってもよい。このように構成すると、予め電極が形成されている基板に対して成膜を行うことができ、結果として、有機EL素子を応用したディスプレイ等の生産効率を向上させることができる。なお、基板の表面に形成される電極とは、有機EL素子用の正孔注入電極または電子注入電極のいずれか一方を意味する。

【0020】ここで、上記基板としては、例えば、ガラス、アルミニウムなどの金属や、ポリエステル、ポリアクリル、ポリエポキシ、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリサルホンなどのプラスチックからなる基板を挙げることができる。しかし、通常、有機EL素子は透明な基板上に正孔注入電極、正孔輸送層、発光層（有機層）、電子輸送層、電子注入電極が順に積層されて構成されるので、この発明による薄膜製造装置を用いて有機EL素子を製造する場合に好適な上記基板としては、例えば、ガラス基板などを挙げることができる。

【0021】また、通常、有機EL素子は基板側から発光した光を取り出すので、上記正孔注入電極としては透明ないし半透明の電極が好ましい。透明電極としては、ITO（錫ドープ酸化インジウム）、IZO（亜鉛ドープ酸化インジウム）、ZnOなどが挙げられるが、なかでもITO又はIZOが好ましいものとして挙げられる。

【0022】また、正孔の注入を高めるためにポリビニルカルバゾール、ポリシラン、ポリチオフェン誘導体、PEDOT/PSS（ポリエチレンスルホン酸をドープしたポリエチレンジオキシチオフェン）などのような高分子バッファ層を積層させていてもよい。

【0023】正孔注入電極の膜厚は、正孔注入を十分行える一定以上の膜厚であればよく、その上限は特に限定

されないが、厚すぎると剥離などを生ずる恐れがあり、薄すぎると成膜時の膜強度、正孔輸送能力、抵抗値などの点で問題がある。従って、正孔注入電極の好ましい膜厚は約50～500nmの範囲であり、さらに好ましくは約50～300nmの範囲である。

【0024】上記正孔輸送層の正孔輸送材料としては、従来から光伝導材料において、正孔の電荷輸送材料として慣用されているものや、電界発光素子の正孔輸送材料に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0025】正孔輸送材料としては、例えば、低分子化合物としてトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体、ピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体などを挙げることができるがこれらに限定されるものではない。

【0026】また、これらの正孔輸送材料に正孔注入輸送能力を増加させる働きのある添加物を加えてもよい。通常、正孔輸送層の膜厚は約1nm～1μm程度の範囲内であることが好ましく、必要であれば2層以上で構成してもよい。

【0027】上記発光層の発光材料としては、低分子材料として金属オキシノイド化合物（8-ヒドロキシキノリン金属錯体）、プタジエン誘導体、クマリン誘導体、ジシアノメチレンピラン誘導体、フルオレッセイン誘導体、ペリレン誘導体、ペリノン誘導体、アミノピレン誘導体、ベンズオキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、チアジアゾール誘導体、スチリルアミン誘導体、ビススチリルベンゼン誘導体、トリススチリルベンゼン誘導体などを挙げることができるがこれらに限定されるものではない。通常、発光層の膜厚は約1nm～1μm程度の範囲内であることが好ましく、必要であれば2層以上で構成してもよい。

【0028】上記電子輸送層の電子輸送材料としては、従来から光伝導材料において電子の電荷輸送材料として慣用されているものや、電界発光素子の電子輸送材料に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0029】電子輸送材料としては、例えば、有機化合物としてオキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、ベンゾキノン誘導体、ナフトキノン誘導体、アントラキノン誘導体、テトラシアノアントラキノジメタン誘導体、ジフェノキノン誘導体、フルオレノン誘導体、金属オキシノイド化合物、シロール誘導体などを挙げることができるがこれらに限定されるものではない。

【0030】また、これらの電子輸送材料に電子注入輸送能力を増加させる働きのある添加物を加えてもよい。通常、電子輸送層の膜厚は約1nm～1μm程度の範囲

内であることが好ましい。

【0031】上記電子注入電極としては、低仕事関数の物質が好ましく、例えば、K、Li、Na、Mg、La、Ce、Ca、Sr、Ba、Al、Ag、In、Sn、Zn、Zrなどの金属元素単体、または安定性を向上させるためにそれらを含む2成分、3成分の合金系を用いることが好ましい。

【0032】合金系としては、例えば、LiF/Al、Li<sub>2</sub>O/Al、Ca/Al、Ca/Ag、Ba/Ag、Mg・Ag共蒸着層、Li・Al共蒸着層、Mg・In共蒸着層などが好ましい。なお、電子注入電極は蒸着法やスパッタ法でも形成できる。

【0033】電子注入電極の膜厚は、電子注入を十分行える一定以上の膜厚であればよく、約0.1nm以上、好ましくは約1nm以上であれば特にその上限は限定されない。しかし、通常は約1～500nm程度の膜厚となるように成膜すればよい。

【0034】また、この発明による薄膜製造装置において、基板は光熱変換層を表面に形成した有機エレクトロルミネッセンス素子用の薄膜形成用ドナーシートであってもよい。

【0035】このように構成すると、この発明による薄膜製造装置を用いて薄膜形成用ドナーシートの転写層を形成でき、結果として、有機EL素子を応用したディスプレイ等の生産効率を向上させることができる。なお、ここで有機EL素子用の薄膜形成用ドナーシートとは、熱転写法で有機EL素子を製造する際に用いられるものであり、基材シートの上に光熱変換層と転写層が形成されたものである。

【0036】そこで、この発明において、上記基材シートとしては透明な高分子材料からなるものを用いることができる。このような高分子材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレートのようなポリエステル、ポリアクリル、ポリエポキシ、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリサルホンなどの大抵の樹脂を挙げることができる。

【0037】また、上記光熱変換層は、レーザー光を効率良く熱に変換できる層であればよく、例えば、アルミニウム、その酸化物および/またはその硫化物からなる金属層や、カーボンブラック、黒鉛または赤外線吸収染料などが添加された高分子からなる有機層などを光熱変換層とすることができる。また、上記転写層としては、例えば、光熱変換層の上に上述の電子輸送層、発光層、正孔輸送層を順に積層したものを転写層とすることができる。

【0038】この発明は、別の観点からみると、上記のこの発明による薄膜製造装置によって形成された薄膜形成用ドナーシートを用いて製造される有機エレクトロルミネッセンス素子を提供するものでもある。

【0039】しかし、この発明による薄膜製造装置の用

途は有機 E L 素子の製造に限定されるものではなく、有機 E L 素子以外の素子や装置の薄膜形成において幅広く用いることができる。

【0040】また、この発明は、さらに別の観点からみると、上記のこの発明による薄膜製造装置を用いる薄膜製造方法であって、基板へ薄膜を蒸着する際には、成膜室と蒸発室を真空にしてゲートバルブを開き、薄膜材料の供給時には、ゲートバルブを閉じて蒸発室を大気圧に戻してから蒸発室へ薄膜材料を供給する薄膜製造方法を提供するものでもある。

【0041】また、この発明は、さらに別の観点からみると、複数の薄膜製造装置と、薄膜製造装置の間で基板を搬送する基板搬送部とを備え、各薄膜製造装置が上記のこの発明による薄膜製造装置である薄膜積層装置を提供するものでもある。

#### 【0042】

【実施例】以下に図面に示す実施例に基づいてこの発明を詳述する。なお、この実施例によってこの発明が限定されるものではない。また、以下に説明する複数の実施例において共通する部材には同じ符号を用いて説明する。

#### 【0043】実施例 1

この発明の実施例 1 による薄膜製造装置について図 1 に基づいて説明する。図 1 は実施例 1 による薄膜製造装置の構成を概略的に説明する説明図である。

【0044】図 1 に示されるように、この発明の実施例 1 による薄膜製造装置 1 は、薄膜形成用材料を蒸発させる蒸発室 2 と、基板 3 を収容し蒸発室 2 から蒸発する薄膜材料を受け入れて基板 3 上に蒸着させる成膜室 4 と、蒸発室 2 と成膜室 4 とを作動時にそれぞれ真空にするための真空ポンプ 5 a、5 b、5 c と、ゲートバルブ 6 a、6 b、6 c とを備え、成膜室 4 と蒸発室 2 はゲートバルブ 6 a を介して遮断可能に連通されるように構成されている。

【0045】蒸発室 2 は薄膜材料を加熱するための蒸発源 7 としてクヌーセンセルを備えている。また、蒸発室 2 は、薄膜材料を外からクヌーセンセルのルツボ 7 a へ充填できるように材料供給口 8 を有している。

【0046】一方、成膜室 4 は成膜される基板 3 を支持するための基板ホルダー 9 を上部に備えている。基板ホルダー 9 は回転駆動装置（図示せず）から成膜室内へ延びた回転軸 10 に連結されており、成膜時に基板 3 を保持した状態で回転させられる。また、成膜室 4 は、成膜される薄膜の膜厚を制御するためのシャッター 11 a、11 b と、膜厚をモニタするための膜厚計 12 を備えている。

【0047】蒸発室 2 と成膜室 4 は、互いに連通できるようにそれぞれ連通口 13 a、13 b を有し、これら連通口 13 a、13 b を任意に開閉できるようにゲートバルブ 6 a が設けられている。真空ポンプ 5 a、5 b は、

蒸発室 2 と成膜室 4 にそれぞれ設けられている。真空ポンプ 5 a、5 b はそれぞれ独立して作動することができ、蒸発室 2 と成膜室 4 を互いに独立して真空にすることができる。

【0048】また、成膜室 2 の隣には搬出・搬入室 14 が設けられている。搬出・搬入室 14 には真空ポンプ 5 c が設けられており、必要に応じて搬出・搬入室 14 の室内を真空にできる。成膜室 4 と搬出・搬入室 14 はゲートバルブ 6 c で仕切られている。また、搬出・搬入室 14 には基板搬送ロボット 15 が設けられており、この基板搬送ロボット 15 が、成膜済みの基板 3 を成膜室 4 から搬出・搬入室 14 へ搬送すると共に、未成膜の基板 3 を搬出・搬入室 14 から成膜室 4 へ搬送する。なお、少なくとも基板搬送ロボット 15 による搬送が行われるあいだ、搬出・搬入室 14 は真空にされる。これにより、成膜室 4 を真空にしたまま基板 3 の搬出・搬入が行えるようになっている。

【0049】以下に、複数枚の基板 3 を連続的に成膜する場合における薄膜製造装置 1 の基本的な使用方法について説明する。まず、成膜室 4 と搬出・搬入室 14 の間に設けられたゲートバルブ 6 a を開き、搬出・搬入室 14 から未成膜の基板 3 を成膜室 4 に搬入して基板ホルダー 9 にセットする。基板 3 の搬入作業が完了すると成膜室 4 と搬出・搬入室 14 の間に設けられたゲートバルブ 6 c を閉じる。

【0050】次に、蒸発室 2 の材料供給口 8 に設けられたゲートバルブ 6 b を開き、材料供給口 8 からルツボ 7 a へペレット状の薄膜材料を充填する。ルツボ 7 a への充填作業が完了すると材料供給口 8 のゲートバルブ 6 b を閉じる。次に、蒸発室 2 と成膜室 4 を共に真空にする。この際、蒸発室 2 と成膜室 4 の連通口 13 a、13 b の間に設けられたゲートバルブ 6 a は、開いた状態でもよいし、閉じた状態でもよい。もし閉じた状態であれば、蒸発室 2 と成膜室 4 が共に真空になった後に開くことが好ましい。

【0051】次に、基板ホルダー 9 を回転させると共に、蒸発源 7 を加熱してルツボ 7 a に充填された薄膜材料を蒸発させる。これにより、蒸発した薄膜材料が基板 3 の表面に蒸着され、基板 3 の表面に薄膜が成膜される。

【0052】基板 3 の成膜が完了すると、ゲートバルブ 6 c を開き、成膜された基板 3 を基板搬送ロボット 15 によって成膜室 4 から真空に維持された搬出・搬入室 14 へ搬出し、搬出・搬入室 14 の成膜済み基板用ホルダー（図示せず）に収納する。成膜済み基板用ホルダーへの収納が完了すると、基板搬送用ロボット 15 は未成膜基板用ホルダー（図示せず）から未成膜の基板 3 を取り出して成膜室 4 へ搬入する。その後、ゲートバルブ 6 c が閉じられる。

【0053】次に、蒸発室 2 と成膜室 4 の連通口 13

a、13bに設けられたゲートバルブ6aを閉じ、蒸発室2を徐々に大気圧へ戻す。次に、蒸発室2の材料供給口8に設けられたゲートバルブ6bを開き、ルツボ7aへ薄膜材料を充填する。ルツボ7aへの充填作業が完了すると、材料供給口8のゲートバルブ6bを閉じ、真空ポンプ5aを作動させて蒸発室2を再び真空にする。

【0054】その後、蒸発室2と成膜室4の連通口13a、13bに設けられたゲートバルブ6aを再び開き、蒸発源7を加熱して基板3への成膜を行う。これ以降は、所望枚数の基板3に対する成膜が完了するまで上述の工程と同じ作業が繰り返される。所望の枚数の基板3に対する成膜作業が完了すると、基板搬送ロボット15は成膜済みの基板3が収納された成膜済み基板用ホルダを搬出・搬入室14から搬出口（図示せず）を介して外部へ搬出する。また、空になった未成膜基板用ホルダも次回の成膜の準備を行うために外部へ搬出され、装置の外部にて未成膜の基板3が収納される。

【0055】従来の薄膜製造装置では1枚の基板の成膜が完了する度に成膜室全体（すなわち、この発明による薄膜製造装置の成膜室と蒸発室を一体にした部屋）を大気圧に戻す必要があるのに対し、この発明では所望の枚数の基板3に対する成膜が完了するまで成膜室4を真空に維持し、薄膜材料を供給する際には蒸発室2のみが大気圧へ戻される。

【0056】従って、薄膜材料の供給後、成膜を再び開始する際には蒸発室2のみを真空にして蒸発室2と成膜室4の連通口13a、13bに設けられたゲートバルブ6aを開けばよく、従来の成膜室全体を再び真空にする場合よりも成膜を再び開始するまでに要する時間が短縮される。この結果、複数枚の基板を連続的に成膜する場合に成膜に要する時間が短縮され、有機EL素子を応用したディスプレイ等の生産効率を向上させることができる。

#### 【0057】実施例2

この発明の実施例2による薄膜積層装置について図2に基づいて説明する。図2は実施例2による薄膜積層装置の構成を概略的に説明する説明図である。

【0058】図2に示されるように、この発明の実施例2による薄膜積層装置51は、複数の薄膜製造装置1a、1bと、薄膜製造装置1a、1bの間で基板3を搬送する基板搬送ロボット15を有する搬出・搬入室14（基板搬送部）とを備え、各薄膜製造装置1a、1bが実施例1の薄膜製造装置1からなっている。

【0059】実施例2による薄膜積層装置51は、基板3上に複数種類の薄膜を積層する必要がある場合に用いられる。例えば、基板上に2種類の薄膜をする場合、まず、1つ目の薄膜製造装置1aで基板3上に1層目となる薄膜を成膜する。

【0060】1層目の薄膜の成膜が完了すると、ゲートバルブ6c、6dを開き、搬出・搬入室14に設けられ

た基板搬送ロボット15によって成膜室4aから搬出し、搬出・搬入室14を介して成膜室4bへ搬入する。成膜室4bへの搬入が完了すると、基板搬送ロボット15は搬出・搬入室14の未成膜基板用ホルダ（図示せず）から未成膜の基板3を取り出し、1層目の成膜を行う成膜室4aへ搬入する。その後、ゲートバルブ6c、6dが閉じられる。

【0061】ここで、搬出・搬入室14は真空ポンプ5cによって真空に維持されているため、成膜室4a、4bを真空に維持したまま、基板3の搬出並びに搬入を行うことができる。ゲートバルブ6c、6dが閉じられると、薄膜製造装置1aでは未成膜の基板3に対して1層目の薄膜が成膜され、薄膜製造装置1bでは1層目の薄膜の上に2層目の薄膜が成膜される。

【0062】薄膜製造装置1a、1bでそれぞれ成膜が完了すると、再びゲートバルブ6c、6dを開き、基板搬送ロボット15によって2層目の薄膜の成膜が完了した基板3を成膜室4bから搬出・搬入室14へ搬入し、搬出・搬入室14の成膜済み基板用ホルダ（図示せず）へ収納する。成膜済みの基板3を成膜済み基板用ホルダへ収納すると、基板搬送ロボット15は1層目の薄膜の成膜が完了した基板3を成膜室4aから搬出し、成膜室4bへ搬入する。以降、所望の枚数の基板3に対する成膜作業が完了するまで、上述の工程と同様の工程が繰り返される。

【0063】所望の枚数の基板3に対する成膜作業が完了すると、基板搬送ロボット15は成膜済みの基板3が収納された成膜済み基板用ホルダを搬出・搬入室14から搬出口（図示せず）を介して外部へ搬出する。また、空になった未成膜済み基板用ホルダも次回の成膜の準備を行うために外部へ搬出され、装置の外部にて未成膜の基板3が収納される。なお、実施例2では、2つの薄膜製造装置1a、1bを搬出・搬入室14を介して接続したが、3層や4層などより多数の積層を形成する必要がある場合は3つや4つなどの積層数に対応した数の薄膜製造装置を搬出・搬入室を介してそれぞれ接続すればよい。

【0064】以上のようなこの発明の実施例1又は2による薄膜製造装置を用いた具体的な薄膜製造方法1～3並びに比較例について以下に説明する。

#### 【0065】薄膜製造方法1

薄膜製造方法1では、この発明の実施例1による薄膜製造装置1（図1参照）を用いて、5枚のガラスからなる基板3に連続的に薄膜を製造する。ガラスからなる基板3としては、厚さ約0.7mm、縦と横がそれぞれ約100mmのものをを用いる。成膜室4と蒸発室2の減圧時の圧力はそれぞれ $1 \times 10^{-6}$  Torr以下とする。蒸発源7のルツボ7aの開口の中心から基板3の中心までの距離は約350mmとする。

【0066】薄膜材料としては、ペレット状に固められ

10

20

30

40

50



た約100mgのトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(A1q3)を使用する。5枚の基板3にそれぞれ蒸着速度約0.3nm/sec.で膜厚約100nmとなるまで蒸着する。

【0067】このようにして薄膜が製造された5枚の基板3を観察したところ、5枚とも同じ膜厚で再現性良く成膜されたことが確認された。また、5枚の基板3を成膜するのに要した時間は約50分であった。

#### 【0068】薄膜製造方法2

薄膜製造方法2では、この発明の実施例2による薄膜積層装置51(図2参照)を用いて5枚の有機EL素子をつ

つづいて連続的に作製する。なお、図3に薄膜製造方法2によって作製される有機EL素子の概略的な断面図を示す。

【0069】図3に示されるガラスからなる基板3としては、厚さ約150nmのITO透明電極(正孔注入電極)22が形成された厚さ0.7mmのものをを用いる。ITO透明電極22は64×64画素(1画素=1×1mm)が得られるように予めパターンニングする。また、基板3は、薄膜製造装置1にセットする前に、中性洗剤、水、イソプロピルアルコールを用いて超音波洗浄し、次いでイソプロパノール蒸気中から引き上げて乾燥し、表面を紫外線照射装置(エキシマランプ:約172nm(Xe2<sup>+</sup>)、放射照度:約10mW/cm<sup>2</sup>)によって約30分間洗浄する。成膜室4と蒸発室2の減圧時の圧力はそれぞれ1×10<sup>-6</sup>Torr以下とする。蒸発源7のルツボ7aの開口の中心から基板3の中心までの距離は約350mmとする。

【0070】正孔注入層23を構成する薄膜材料として銅フタロシアニン(以下、CuPc)、正孔輸送層24を構成する薄膜材料としてN,N-ジフェニル-N,N'-モートリル-4,4'-ジアミノ-1,1'-ビフェニル(以下、TPD)、電子注入輸送・発光層25としてA1q3、電子注入電極26としてMgAg(Ag:10at%)をそれぞれ用いる。また、各層の蒸着速度は約0.3nm/sec.とし、電子注入電極のみはMg0.5nm/sec.、Ag0.05nm/sec.とする。各層の膜厚は、正孔注入層23が約40nm、正孔輸送層24が約30nm、電子注入輸送・発光層25が約50nm、電子注入電極26が約200nmとする。

【0071】このようにして作製された5枚の有機EL素子21について、約0.22mAの定電流で全ての画素を点灯させたときの輝度を測定した結果、各サンプルにおける平均輝度は約105cd/m<sup>2</sup>、その分布範囲は±5%以内であり、輝度のばらつきが少ない有機EL素子21を作製できた。また、5枚の有機EL素子21を作製するにあたって、成膜に要した時間は約120分であった。

#### 【0072】比較例

比較例では、1枚の基板の成膜が完了するたびに成膜室

全体を大気圧に戻し、薄膜材料充填後、再び成膜室全体を減圧する必要がある従来の薄膜製造装置(図示せず)によって5枚の有機EL素子を作製する。なお、有機EL素子としての構成は上述の薄膜製造方法2によるものと変わらず、その構成は図3に示すとおりである。また、使用した材料および各層の成膜条件も薄膜製造方法2と同じである。

【0073】比較例で作製された5枚の有機EL素子について、約0.22mAの定電流で全ての画素を点灯させたときの輝度を測定した結果、各サンプルにおける平均輝度は約105cd/m<sup>2</sup>、その分布範囲は±5%以内であった。また、5枚の有機EL素子を作製するにあたって、成膜に要した時間は約350分であった。

【0074】つまり、従来の薄膜製造装置を用いても、有機EL素子の性能および品質については低下しなかった。しかし、1枚の基板の成膜が完了するたびに成膜室全体を大気圧に戻して薄膜材料を充填し、充填後、再び成膜室全体を真空にする必要があるため、5枚の有機EL素子を作製するにあたり、薄膜製造方法2よりも長い時間を要した。

#### 【0075】薄膜製造方法3

薄膜製造方法3では、この発明の実施例2による薄膜積層装置51(図2参照)を用いて5枚の薄膜形成用ドナーシートを連続的に作製し、さらにその作製された薄膜形成用ドナーシートを用いて5枚の有機EL素子を作製するものである。

【0076】なお、図4に薄膜製造方法3によって作製される薄膜形成用ドナーシートの概略的な断面図を示し、図5にその薄膜形成用ドナーシートの転写層を基板3上に熱転写する様子を示す。また、有機EL素子としての構成は上述の薄膜製造方法2によるものと変わらず、その構成は図3に示すとおりである。

【0077】図4に示される基材シート32としては、膜厚約0.2mmのポリエチレンテレフタレートシート上に、光熱変換層33として熱硬化型エポキシ樹脂を膜厚約5μmでコーティングし、さらにその上に熱伝播層および剥離層(共に図示せず)としてポリαメチルスチレン酸を膜厚約1μmでコーティングしたものをを用いる。

【0078】成膜室4と蒸発室2の減圧時の圧力はそれぞれ1×10<sup>-6</sup>Torr以下とする。蒸発源7のルツボ7aの開口の中心から基材シート32の中心までの距離は約350mmとする。

【0079】基板3に転写される転写層34は、基材シート32側から電子注入輸送・発光層25、正孔輸送層24、正孔注入層23を順に積層して構成する。電子注入輸送・発光層25を構成する材料としてA1q3、正孔輸送層24を構成する材料としてTPD、正孔注入層23を構成する薄膜材料としてCuPcをそれぞれ用いる。また、各層の蒸着速度は約0.3nm/sec.と

10

20

30

40

50

し、各層の膜厚は、電子注入輸送・発光層25が約50nm、正孔輸送層24が約30nm、正孔注入層23が約40nmとする。

【0080】このようにして作製される5枚の薄膜形成用ドナーシート31を5枚のガラスからなる基板3（図5参照）にそれぞれ密着させる。なお、各基板3は表面に予め64本のストライプ状にパターンニングされたITO透明電極（図示せず）が形成されたものを用いる。

【0081】図5に示されるように、各基板3に薄膜形成用ドナーシート31を密着させてから、光熱変換用の光源41を薄膜形成用ドナーシート31側から前記ストライプ状のITO透明電極に対して平行に照射してITO透明電極上に転写層34を熱転写し、その後、基材シート32及び光熱変換層33を剥離する。なお、光源41としては、ビームの大きさが約100 $\mu$ m（1/e<sup>2</sup>）で約8WのNd-YAGレーザーを用いる。

【0082】その後、転写層34の上に膜厚約200nmのMgAg（Ag：約10at%）をITO透明電極に対して64本のストライプ状に直行するように成膜して電子注入電極26とし、各画素が図3に示される構成を有する64 $\times$ 64画素の有機EL素子21を作製する。

【0083】このようにして作製された5枚の有機EL素子21について、約0.22mAの定電流で全ての画素を点灯させたときの輝度を測定した結果、各サンプルにおける平均輝度は約95cd/m<sup>2</sup>、その分布範囲は $\pm$ 5%以内であり、輝度のばらつきが少ない有機EL素子21を作製できた。また、5枚の薄膜形成用ドナーシート31を作製するにあたって、成膜に要した時間は約90分であった。

【0084】

【発明の効果】この発明によれば、薄膜製造装置は薄膜形成用材料を蒸発させるための蒸発室を備え、この蒸発室と成膜室がゲートバルブを介して遮断可能に連通され

てなるので、蒸発室のみを真空から大気圧へ戻して薄膜材料を供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1による薄膜製造装置の構成を概略的に説明する説明図である。

【図2】この発明の実施例2による薄膜積層装置の構成を概略的に説明する説明図である。

【図3】この発明の実施例における薄膜製造方法2で作製される有機EL素子の構成を概略的に示す断面図である。

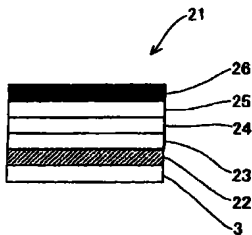
【図4】この発明の実施例における薄膜製造方法3で作製される薄膜形成用ドナーシートの構成を概略的に示す断面図である。

【図5】この発明の実施例における薄膜製造方法3で作製される薄膜形成用ドナーシートの転写層を基板上に熱転写する様子を説明する説明図である。

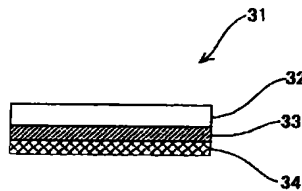
【符号の説明】

- 1・・・薄膜製造装置
- 2・・・蒸発室
- 3・・・基板
- 4・・・成膜室
- 5a, 5b, 5c・・・真空ポンプ
- 6a, 6b, 6c・・・ゲートバルブ
- 7・・・蒸着源
- 7a・・・ルツボ
- 8・・・材料供給口
- 9・・・基板ホルダー
- 10・・・回転軸
- 11a, 11b・・・シャッター
- 12・・・膜厚計
- 13a, 13b・・・連通口
- 14・・・搬出・搬入室
- 15・・・基板搬送ロボット

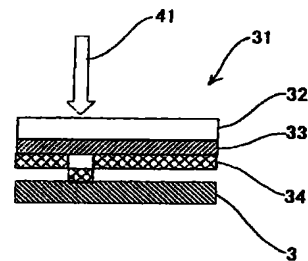
【図3】



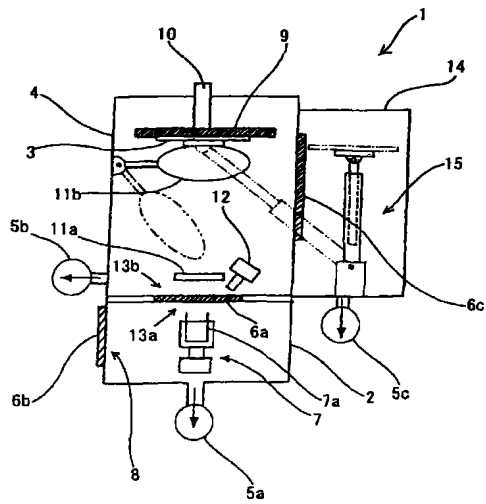
【図4】



【図5】



【図1】



【図2】

